

Peningkatan Kualitas Papan Komposit Limbah Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dengan Berbagai Water Repellent

Quality Improvement Board Composite Waste Oil Palm Trunk Under Various Water Repellent

Luthfi Hakim^{a)}, Yunus Afiffudin^{a)}, M. Hakim Muslim^{b)}

^{a)}Dosen Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU, Medan - 20155

^{b)}Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU, Medan - 20155 (Penulis Korespondensi, E-mail: mirmayuda09@yahoo.co.id)

Abstract

Ever-increasing demand for wood and forest potential of shrinking demand the use of wood in an efficient and prudent, for example by utilizing waste oil palm trunks which have not been optimally utilized a high-quality products for the future. The purpose of this study was to test the stability and strength of composite boards from waste oil palm trunks with a ratio of water-resistant coating acrylic of various brands. The hypothesis of this study is the differences between different brands of acrylic that affect the physical properties and mechanical properties of composite boards from oil palm trunk waste. There are three treatments in this study, which refers to the first treatment of the outer coating of the composite board with a water repellent Aquaproof brand, treatment of both the outer coating with MultiGuard composite board, and the third with a Waterproof coating. Testing of physical properties and mechanical properties refer to JIS A 5908-2003. The results showed that physical properties of the density has reached the target density with a value of 0.8 gr/cm³, where the density range of 0.78 - 0.82 gr/cm³, water content ranged from 8:23 to 9:11%, water absorption ranged from 8.69 - 10.86%, the development of thick for 2 hours ranged between 3.1 - 4.92% and thickness development during the 24 hours range from 11:34 to 15:53%. Meanwhile, for the results of testing the mechanical properties of obtained results of an internal bond 8:19 - 10.81 kg/cm², a strong grasp of the screw 56.29 - 59.55 kgf, MOE 21124.08 - 31852.83 kg/cm² and MOR reached 279.62 - 378.36 kg/cm².

Keywords: palm wood, composite boards, isocyanate, acrylic, and water repellent.

PENDAHULUAN

Meningkatkan suatu kualitas papan komposit merupakan upaya terbaik untuk hasil yang lebih baik, dimana peningkatan tersebut harus dilakukan agar terdapat nilai tambah bagi papan komposit tersebut yang nantinya akan menjadikan papan komposit yang bernilai jual tinggi. Untuk meningkatkan nilai papan komposit tersebut biasanya dapat dilakukan dengan menambah perlakuan terhadap papan komposit tersebut baik dari segi *external* (bagian luar) papan komposit tersebut maupun dari segi *internal* (bagian dalam) papan komposit tersebut. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan bahan pengisi (plastik, semen, dll) maupun bahan bahan pengisi lainnya (Dumanauw, 2003).

Pemanfaatan limbah batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) menjadi produk yang bermutu tinggi dan dapat diunggulkan untuk masa yang akan datang haruslah menjadi perhatian kita. Dimana limbah batang kelapa sawit sangatlah bermanfaat untuk dijadikan bahan baku papan komposit. Limbah tersebut adalah hasil peremajaan dari tanaman yang tidak produktif lagi. biasanya peremajaan dilakukan pada tanaman berusia 25 tahun (Erwinsyah, 2008). Batang kelapa sawit tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif penghasil kayu tambahan (*supplement*) yang memiliki peluang yang cukup besar mengingat ketersediaannya yang sangat melimpah sepanjang tahun (Balfas, 2003).

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Menurut Departemen Pertanian (2011) luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mengalami pertumbuhan sebesar 11,8% dengan luas total tahun 2011 diperkirakan mencapai 8,1 juta ha. Berdasarkan program pemerintah yang telah disetujui dengan perusahaan perkebunan, mulai tahun 2010 diadakan peremajaan kebun kelapa sawit paling sedikit 100.000 ha per tahun. Jika diasumsikan dalam 1 ha terdapat 128 batang, dimana pada umur 25 tahun volume per batang mencapai 1,638 m³, maka akan dihasilkan limbah batang kelapa sawit sebanyak 12,8 juta pohon per tahun atau lebih dari 20 juta m³ kayu tersedia per tahun (Erwinsyah, 2008).

Mengetahui besarnya jumlah limbah batang kelapa sawit yang ada di seluruh perkebunan kelapa sawit di Indonesia ini, dengan perbandingan dalam luas 100.000 ha/tahun yang menghasilkan limbah sebanyak 12.8 juta pohon/tahun (128 batang/hektar) maka diharapkan menjadi suatu pemikiran baru untuk pembuatan papan komposit dari limbah batang kelapa sawit berbahan dasar *vascular bundles* batang kelapa sawit dan perekat *isocyanate*.

Awalnya pengaplikasian *water repellent* berbahan dasar *acrylic* digunakan untuk pelapis anti bocor atap maupun genting pada bangunan. Tetapi *acrylic* disini yang berupa serat sintesis dengan rata-rata molekul berat ~ 100.000, sekitar 1.900 unit monomer diaplikasikan bukan sebagai pelapis anti bocor atap maupun genting, melainkan sebagai pelapis papan komposit berbahan

dasar *vascular bundles* dari limbah batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq).

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *vascular bundles* yang telah di serbukkan. Batang sawit berasal dari limbah yang berasal dari kebun kelapa sawit di Kecamatan Galang, Lubuk Pakam, Sumatera Utara.

Target produk komposit yang dibuat mengikuti ukuran komersial dan disesuaikan dengan Japan Industrial Standard (JIS A 5908 : 2003), yaitu memiliki kerapatan target $0,8 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan dimensi panjang, lebar, dan tebal dibuat $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$. Produk komposit masing tiga sampel untuk setiap jenis papan yg akan dilapisi *acrylic*. Penjelasan mengenai prosedur pembuatan produk komposit, diterangkan sebagai berikut :

Persiapan Bahan Baku

Serbuk *vascular bundles* dikeringkan sampai kondisi kering udara dan kemudian di oven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Perekat yang digunakan adalah isosianat. Kadar perekat yang digunakan adalah 8% berdasarkan berat kering oven partikel.

Pembuatan Papan

Bahan baku yang telah kering dimasukkan dalam *rotary blender*. Perekat dimasukkan di dalam *sprayer gun* dan disemprotkan ke dalam blender berputar yang berisi partikel kayu. Adonan selanjutnya dimasukkan ke dalam alat pencetak lembaran $25\text{cm} \times 25\text{cm} \times 1\text{cm}$ dan dikempa panas. Adonan dikempa panas dengan menggunakan alat hot press pada tekanan 35 kg/cm^2 hingga mencapai ketebalan 1 cm. Suhu 150°C dan waktu 15 menit. Cetakan lembaran dikeluarkan dari alat kempa. Lembaran yang masih panas dibiarkan ± 10 menit agar mempermudah pengambilan papan dari cetakan (tidak panas saat diambil). Kemudian dilakukan pengondisian selama satu minggu, dan kemudian dilakukan pelapisan setiap permukaan dengan *acrylic*.

Pelapisan Acrylic

Papan komposit yang telah jadi, dilapisi dengan tiga jenis merek bahan acrylic (*aquaproof*, *multiguard* dan *waterproof*) lalu dikeringkan dibawah sinar matahari.

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis (JIS A 5908-2005)

Pengujian sifat fisis meliputi kadar air (*moisture content*), kerapatan (*density*), daya serap air (*water absorbtion*), pengembangan tebal (*thickness swelling*). Sedangkan pengujian sifat mekanis terdiri dari keteguhan lentur (*modulus of elasticity*) dan keteguhan patah (*modulus of rupture*), kuat pegang sekrup (*screw holding power*) dan keteguhan rekat internal (*internal bond*). Parameter uji berdasarkan JIS A 5908-2003 ditampilkan pada Tabel 1.

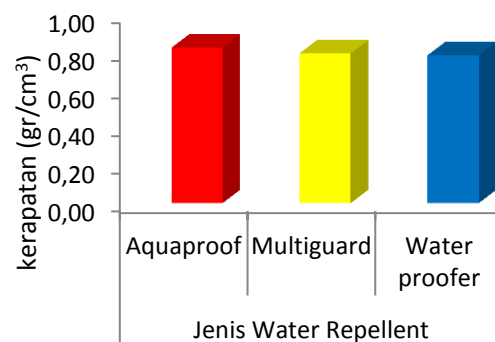
Tabel 1. Parameter Uji Papan Komposit Berdasarkan Standard JIS A 5908-2003

Parameter Uji	Standard JIS A 5908-2003
Kerapatan (gr/cm^3)	0,4 – 0,9
Kadar Air (%)	5-13
Daya Serap Air (%)	-
Pengembangan Tebal (%)	Maks 12
Internal Bond (kg/cm^2)	Min 1,5
Kuat Pegang Sekrup (kgf)	Min 30
MOE (kg/cm^2)	Min $2,0 \times 10^4$
MOR (kg/cm^2)	Maks 80

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Nilai rerata kerapatan tertinggi pada produk komposit yang dihasilkan terdapat pada papan komposit yang dilapisi oleh *aquaproof*. Hal ini menunjukkan *aquaproof* memiliki mutu yang lebih baik untuk melapisi bagian luar papan dan melindungi dari resapan air dengan nilai kerapatan $0,82 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada *water proofer*, yakni $0,78 \text{ gr/cm}^3$. Pada perbandingan kerapatan tersebut, *multiguard* memiliki kerapatan diantara kedua jenis *water repellent* yang diuji, dimana *multiguard* memiliki kerapatan $0,79 \text{ gr/cm}^3$.

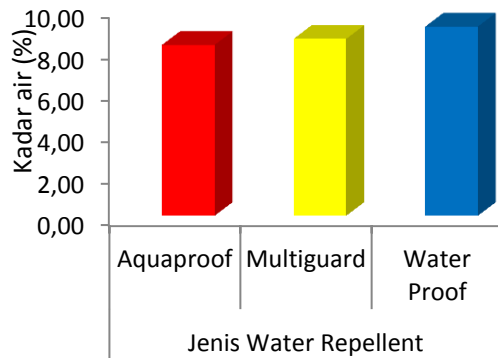


Gambar 1. Kerapatan Papan Komposit

Pada inti pembahasan ini, dapat disimpulkan bahwa nilai kerapatan untuk *aquaproof* lebih sempurna dibandingkan dengan kerapatan *multiguard* maupun *waterproofer*. Hal ini disimpulkan dengan mencocokkan pada standard JIS A 5908-2003 dan dengan target kerapatan, dimana target kerapatan dalam penelitian ini adalah $0,8 \text{ gr/cm}^3$.

Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan antara massa air dalam kayu atau papan komposit dengan massa kayu atau papan komposit pada kondisi kering tanur dan dinyatakan dalam persen. Hubungan kadar air dengan penyusutan sebuah benda maupun papan komposit pada dasarnya



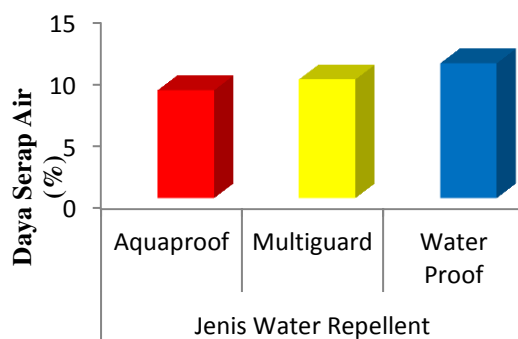
Gambar 2. Kadar Air Papan Komposit

Nilai rerata kadar air terendah terdapat pada *aquaproof* yang nilainya 8.23%. untuk pengujian kadar air dengan sampel jenis *waterproofer* didapat nilai sebesar 9.11%, sedangkan untuk pengujian kadar air pada sampel jenis *multiguard* didapat nilai sebesar 8.52%.

Nilai papan komposit yang di lapisi dengan *water repellent* merek *aquaproof* dikatakan memiliki mutu yang lebih baik dikarenakan adanya acuan terhadap standard JIS A 5908-2003 dan target kadar air yang diinginkan pada penelitian ini adalah 8%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai 8.23% pada hasil pengujian dengan memakai *aquaproof* merupakan nilai dengan mutu terbaik pada pengujian kadar air papan komposit ini.

Daya Serap Air

Daya serap air merupakan sifat fisis yang menunjukkan kemampuan suatu material untuk menyerap air setelah direndam dalam air selama 2 jam dan 24 jam. Dimana sampel tersebut langsung direndam dalam air yang nantinya dihitung setelah perendaman selama 2 jam, dan direndam kembali untuk perendaman selama 24 jam.



Gambar 3. Daya Serap Tebal Papan Komposit

Daya serap air terbesar terdapat pada *waterproofer* dengan nilai 10.86%. daya serap air untuk jenis sampel pengujian pada *aquaproof* adalah 8.69%. sedangkan untuk merek *multiguard* yang mendapat nilai 9.56%.

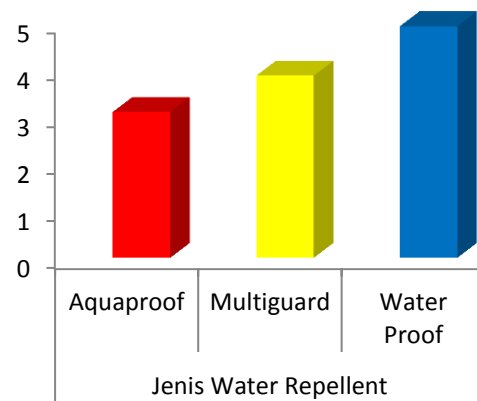
Hasil pengujian daya serap air ini menunjukkan sifat batang kelapa sawit yang dilapisi dengan *water*

repellent ternyata lumayan berbeda jauh dari sifat asalnya, yaitu memiliki sifat higroskopis yang sangat rendah.

Pengembangan Tebal

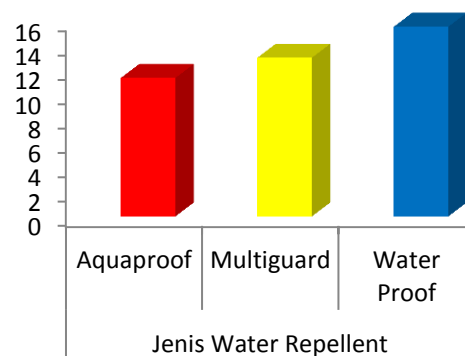
Pengembangan tebal adalah perubahan dimensi tebal kayu yang terjadi akibat perubahan kadar air dalam kayu, dimana untuk pengujian pengembangan tebal pada papan komposit ini dilakukan pengujian dengan perendaman 2 jam dan 24 jam didalam bak air.

Dari hasil pengujian didapat nilai tertinggi untuk pengembangan tebal selama 2 jam pengujian yakni pada papan sampel *waterproof*, dengan nilai 4.92% dan diikuti papan sampel *multiguard* dengan nilai 3.87%. sedangkan untuk pengembangan tebal yang paling kecil didapat dari pengujian sampel *aquaproof* dengan nilai 3.10%. berikut grafik pengembangan tebal selama 2 jam dalam satuan (%):



Gambar 4. Pengembangan Tebal 2 Jam Papan Komposit

Untuk hasil pengujian pengembangan tebal selama 24 jam, mendapatkan nilai hasil sebesar 11.34% pada pengujian dengan pelapisan *water repellent* merk *aquaproof*. dari pengujian pengembangan tebal selama 24 jam pada sampel *multiguard* didapat nilai 12.99%. Sedangkan untuk nilai data dari pengujian pengembangan tebal selama 24 jam pada sampel *waterproofer* didapat nilai sebesar 15.53%.



Gambar 5. Pengembangan Tebal 24 Jam Papan Komposit

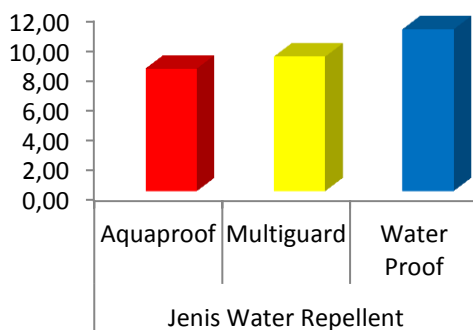
Pada pengujian pengembangan tebal selama 2 jam, asumsi nilai terbaik adalah dimana *water repellent* dapat menahan air yang umumnya dengan nilai pengujian yang paling sedikit atau bisa dikatakan dengan persen (%) yang lebih rendah. Untuk nilai persen (%) yang paling rendah adalah pada papan jenis *aquaproof*. Sedangkan untuk nilai data dari pengujian pengembangan tebal selama 24 jam pada sampel *waterproof*er didapat nilai sebesar 15.53% (tidak memenuhi standard JIS A 5908-2003).

Pengujian Sifat Mekanis

Keteguhan Rekat (*internal bond*)

Keteguhan rekat (*internal bond*) merupakan gaya maksimum yang bekerja (kg) dibagi dengan luas permukaan contoh uji (cm^2).

Hasil dengan nilai terbaik pada papan sampel *aquaproof* dengan nilai 8.19 kg/cm^2 . Pada pengujian papan sampel *water repellent* dengan merek *multiguard* memiliki nilai 8.99 kg/cm^2 , dan pada pengujian *waterproof*er memiliki hasil dengan nilai 10.81 kg/cm^2 .



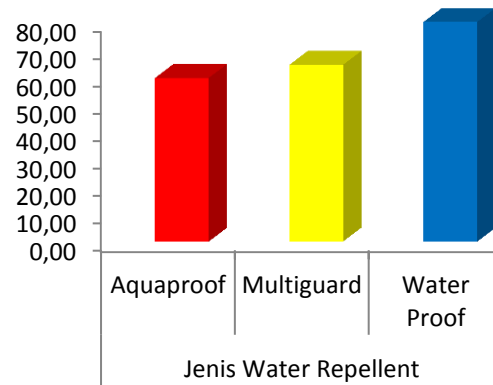
Gambar 6. Keteguhan rekat internal Papan Komposit

Pengaruh dari masing-masing jenis merk *water repellent* pada pengujian *internal bond* ini terjadi akibat adanya kadar *acrylic* yang mungkin tingkat nilai kadarnya berbeda tinggi. *Acrylic* yang berbahan dasar polyester ini sangat mempengaruhi papan komposit dalam pengujian ini, dimana ikatan kimia yang saling mengikat akan dapat memperkuat rekatan dari papan komposit tersebut.

Kuat Pegang Sekrup

Kuat pegang sekrup merupakan kemampuan suatu produk komposit untuk menahan beban sekrup yang diberikan pada papan komposit tersebut.

Pada pengujian papan komposit yg dilapisi oleh *waterproof*er didapat nilai pengujian sebesar 79.95 kgf . Pada papan komposit yang dilapisi oleh *water repellent* dengan merk *multiguard*, dimana data yang didapat sebesar 64.31 kgf . Sedangkan untuk nilai terendah dicapai oleh papan komposit yang dilapisi dengan *acrylic* merek *aquaproof* dan mendapatkan hasil dengan nilai 59.55 kgf .

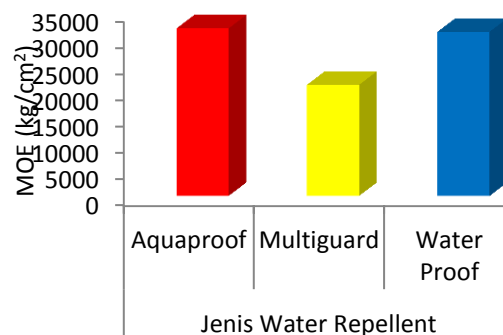


Gambar 7. Kuat Pegang Sekrup internal Papan Komposit

Semakin besar nilai kuat pegang sekrup papan komposit, maka semakin kuat papan komposit tersebut untuk menahan beban yang menggantung pada papan komposit tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai terbesar pada papan komposit yang dilapisi dengan *aquaproof* merupakan papan komposit yang bermutu tinggi untuk kategori kuat pegang sekrup.

Modulus of Elasticity (MOE)

MOE merupakan sifat mekanis papan yang menunjukkan kemampuan papan dalam menahan beban sampai batas proporsi (sebelum patah) yang sering disebut keteguhan lentur.



Gambar 6. Modulus of Elasticity Papan Komposit

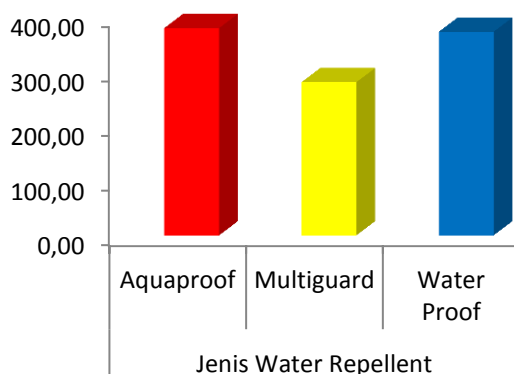
Pada pengujian dengan perlakuan terhadap *water repellent* adalah $294.01875 \text{ kg/cm}^2$ untuk nilai pengujian pada papan komposit yang dilapisi oleh *aquaproof*. Untuk nilai pengujian pada papan komposit yang dilapisi oleh *multiguard* adalah 166.8375 kg/cm^2 , dan untuk nilai pengujian pada papan komposit yang dilapisi oleh *waterproof*er adalah sebesar $276.58125 \text{ kg/cm}^2$.

Menurut acuan standar yang di pakai, nilai sebesar $294.01875 \text{ kg/cm}^2$ pada pengujian papan komposit yang dilapisi dengan merek *aquaproof* merupakan nilai terbaik, dimana nilai terbaik pada pengujian *Modulus of elasticity* (MOE) adalah yang merupakan nilai tertinggi.

Modulus of Rupture (MOR)

Pengujian *modulus of Rupture* (MOR) dilakukan untuk mengetahui tingkat kekuatan papan komposit dalam menahan beban yang bekerja terhadap papan komposit tersebut hingga patah atau disebut keteguhan patah. Dimana nilai rata-rata pada setiap perlakuan berkisar mulai dari 279.62 kg/cm² sampai dengan 378.36 kg/cm².

Pada dasarnya, nilai tertinggi untuk pengujian *modulus of rupture* (MOR) merupakan nilai terbaik. Dimana nilai tertinggi tersebut sama dengan nilai papan komposit yang paling kuat untuk menahan suatu beban hingga papan komposit tersebut sampai pada titik patah.



Gambar 6. Modulus of rupture Papan Komposit

Papan komposit yang dilapisi dengan *aquaproof* memiliki nilai pengujian sebesar 378.36 kg/cm², sedangkan pada papan komposit yang dilapisi *water repellent* dengan merk dagang *waterproofer* adalah 371.72 kg/cm² dan untuk papan komposit yang dilapisi dengan *water repellent* merk *multiguard* memiliki nilai sebesar 279.62 kg/cm². Dapat disimpulkan bahwa nilai terbaik adalah pada papan yang dilapisi dengan *water repellent* merk *aquaproof*. Hal ini dikaitkan dengan lebih besarnya nilai hasil pengujian untuk pengujian *modulus of rupture* (MOR) ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini nilai yang didapat untuk nilai kestabilan dan kekuatan papan komposit dari limbah batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sudah memenuhi standar JIS A 5908 – 2003 kecuali pada pengujian pengembangan tebal selama 24 jam. Dimana untuk hasil pengujian yang didapat pada pengujian sifat fisis untuk nilai kerapatan rata-ratanya adalah 0,796(gr/cm³), untuk nilai rata-rata kadar air adalah 8,62%, dan untuk rata-rata nilai daya serap air adalah 9,703% sedangkan untuk nilai rata-rata pengembangan tebal 2 jam dan 24 jam adalah 3,96% dan 13,28% (maksimal 12%).

Pengujian sifat mekanis pada papan komposit baik untuk pengujian KPS, IB, MOE maupun MOR yang seluruhnya juga memenuhi standar JIS A 5908 – 2003. Dimana hasil pengujian rata-rata untuk pengujian *internal*

bond (9,33 kg/cm²), kuat pegang sekrup (58,32 kgf), MOE (28062.88 kg/cm²), dan untuk nilai rata-rata MOR (343,23 kg/cm²).

Dari hasil rata-rata pengujian sifat fisis dan mekanis, diketahui papan komposit yang dilapisi dengan merk *aquaproof* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan papan komposit yang dilapisi dengan merk *waterproof* maupun *multiguard*.

Saran

Disarankan untuk pelapisan bagian sisi luar permukaan papan komposit agar menggunakan merk *Aquaproof* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anatole, A. Klyosov. 2007. Wood-Plastic Composites. John Wiley and Sons, Inc., Publication.
- Bakar, E.S., Rachman, O., Hermawan, D., Karlinasari, L. dan Rosdiana, N. 1998. Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Bahan Bangunan dan Furniture (I) : Sifat Fisis, Kimia dan Keawetan Alami Kayu Kelapa Sawit. Jurnal Teknologi Hasil Hutan Vol. XI, No. 1. Bogor.
- Bakar, E.S., Rachman, O., Darmawan, W. dan Hidayat, I. 1999. Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Bahan Bangunan dan Furniture (II) : Sifat Mekanis Kayu Kelapa Sawit. Jurnal Teknologi Hasil Hutan Vol. XII, No. 1. Bogor.
- Bakar, E. S. 2003. Kayu Sawit Sebagai Substitusi Kayu Dari Hutan Alam. Forum Komunikasi dan Teknologi dan Industri Kayu 2 : 5-6. Bogor.
- Balfas, J. 2003. Potensi Kayu Sawit Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri Perakayuan. Seminar Nasional Himpunan Alumni IPB dan HAPKA Fakultas Kehutanan IPB Wilayah Regional Sumatera, Medan.
- Chavdhurg, M. dan A. V. Pocius. 2002. Adhesion Science and Engineering-2 Surfaces, Chemistry and Application. Elsevier USA.
- Choon, K.K, W. Killmann, L.S. Choon dan H. Mansor. 1991. Oil Palm Utilisation: review of research. Forest Result Institute Malaysia, Kepong.
- Departemen Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian.
- Erwinsyah. 2008. Improvement of Oil Palm Wood Properties Using Bioresin [Disertasi]. Universitas Teknologi Dresden-Belanda.
- Fauzi, Y.dkk. 2002. Kelapa Sawit. Edisi Revisi. Cetakan XIV. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hadi, M.M. 2004. Teknik Berkebun Kelapa Sawit. Adicita Karya Nusa. Yogyakarta.

- Killmann, W and L. S. Choon. 1985. Anatomy and properties of oil palm stem. *Bulletin PORIM*, (11):18–42.
- Lim, S. C and K. Khoo. 1986. Characteristics of oil palm trunk and its potential utilization. *The Malaysian Forester*, 49(1):3–22.
- Nuryawan. A. 2007. Sifat Fisis dan Mekanis *Oriented Strand Board* dari Kayu Akasia, Eukaliptus dan Gmelina Berdiameter Kecil. [tesis]. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Prayitno, T. A. Dan Darmoko. 1995. Karakteristik Papan Partikel Dari Pohon Kelapa Sawit. Berita PPKS 2
- Saragih, RN. 2010. Sifat Fisik dan Kimia *Vascular Bundles* Kelapa sawit. [Skripsi]. Program Studi Kehutanan. Universitas Sumatera Utara.
- Siregar, FA. 2010. Metode Baru Dalam Pemisahan *Vascular Bundles* Pada Limbah Batang Kelapa Sawit. [Skripsi]. Program Studi Kehutanan. Universitas Sumatera Utara
- Vick, C.B. 1999. Adhesive bending of woodmaterials. Wood handbook: Wood as and engineering materials. Madison, WI: U.S. Departement of Agriculture, Forest Service. Forest Product Laboratory.
- Wardhani, I.Y., Surjokusumo S, Hadi Y.S. Nugroho, N. 2006. Penampilan Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn) Bagian Dalam yang Dimampatkan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 4(2) : 50-54.